

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-194438
(43)Date of publication of application : 10.07.2002

(51)Int.CI.

C21D 9/40
C21D 1/06
C21D 1/10
C22C 38/00
C22C 38/04
F16C 33/62
F16C 33/64

(21)Application number : 2000-389909

(71)Applicant : NSK LTD

(22)Date of filing : 22.12.2000

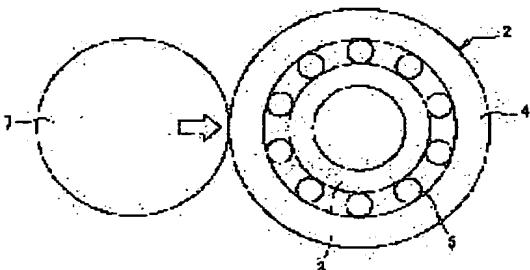
(72)Inventor : HIRAKAWA KIYOSHI

(54) ROLLING BEARING

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To improve wear resistance of a contacting surface with the other member while keeping good rolling fatigue service life, with respect to a rolling bearing rotating while a rotating ring comes in contact with the other member.

SOLUTION: An outer ring (rotating ring) 4 in an outer ring rolling bearing (double-row cylindrical roller bearing) 2 is formed as the following method. A base stock composed of a steel material containing $\leq 1.1\%$ C, $0.01\text{--}1.0\%$ Si, $0.10\text{--}0.9\%$ Mn as alloy components, is worked into a prescribed shape. After applying a heat treatment containing a carburizing or a carbonitriding treatment to the material to be worked, the carbon content of the surface layer part on the contacting surface with the other member is set to $1.2\text{--}1.7\%$ and the carbon content of the surface layer part on the raceway surface is set to $0.7\text{--}1.1\%$ by removing the surface layer part on a raceway surface. This outer ring 4 is rotated while coming in contact with a load roller (the other member) 7.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-194438

(P2002-194438A)

(43)公開日 平成14年7月10日 (2002.7.10)

(51) Int.Cl.⁷
C 21 D 9/40
1/06
1/10
C 22 C 38/00
38/04

識別記号

3 0 1

F I
C 21 D 9/40
1/06
1/10
C 22 C 38/00
38/04

テマコード(参考)
A 3 J 1 0 1
A 4 K 0 4 2
A
3 0 1 Z

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 9 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願2000-389909(P2000-389909)

(22)出願日 平成12年12月22日 (2000.12.22)

(71)出願人 000004204

日本精工株式会社

東京都品川区大崎1丁目6番3号

(72)発明者 平川 滉

神奈川県藤沢市鶴沼神明一丁目5番50号

日本精工株式会社内

(74)代理人 100066980

弁理士 森 哲也 (外2名)

F ターム(参考) 3J101 AA01 AA52 AA62 AA72 BA70

DA02 DA03 DA11 EA04 FA31

FA35 GA21

4K042 AA22 BA03 BA04 CA01 DA01

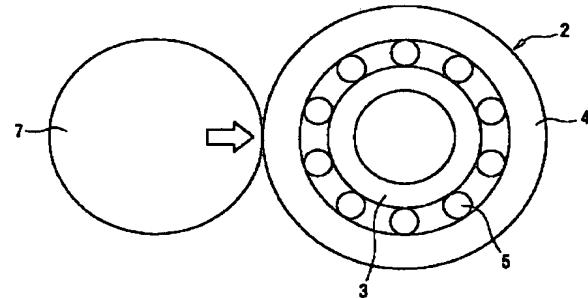
DA02 DA06 DB01

(54)【発明の名称】 転がり軸受

(57)【要約】

【課題】回転輪が他部材と接触しながら回転する転がり軸受において、良好な転動疲労寿命を保持しながら、他部材との接触面の耐摩耗性を改善する。

【解決手段】外輪ロール軸受(複列円筒ころ軸受)2の外輪(回転輪)4を以下の方法で形成する。合金成分として、Cを1.1%以下、Siを0.01%以上1.0%以下、Mnを0.10%以上0.9%以下の範囲で含有する鉄鋼材料からなる素材を所定形状に加工し、この被加工物に対して浸炭または浸炭窒化処理を含む熱処理を行った後に、軌道面の表層部を除去することにより、他部材との接触面の表層部の炭素含有率を1.2%以上1.7%以下とし、軌道面の表層部の炭素含有率を0.7%以上1.1%以下とする。この外輪4は負荷ローラ(他部材)7と接触しながら回転する。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】回転輪が他部材と接触しながら回転する転がり軸受において、回転輪は、合金成分として、重量%（質量%）で、Cを1.1%以下、Siを0.01%以上1.0%以下、Mnを0.1%以上0.9%以下の範囲で含有する鉄鋼材料からなる素材を所定形状に加工し、この被加工物に対して浸炭または浸炭窒化処理を含む熱処理を行った後に、軌道面の表層部を除去することにより、他部材との接触面の表層部の炭素含有率が1.2%以上1.7%以下に、軌道面の表層部の炭素含有率が0.7%以上1.1%以下になっていることを特徴とする転がり軸受

【請求項2】軸の外周面を内輪軌道面とする転がり軸受において、軸は、合金成分として、重量%（質量%）で、Cを1.1%以下、Siを0.01%以上1.0%以下、Mnを0.1%以上0.9%以下の範囲で含有する鉄鋼材料からなる素材を所定形状に加工し、この被加工物に対して浸炭または浸炭窒化処理を含む熱処理を行った後に、高周波焼き入れおよび焼き戻しを行うことにより、軌道面の表層部の炭素含有率が1.2%以上1.7%以下に、軌道面の表層部の硬さがHRC58以上に、芯部の硬さがHV300以下になっていることを特徴とする転がり軸受。

【請求項3】軸の外周面を内輪軌道面とする転がり軸受において、軸は、合金成分として、重量%（質量%）で、Cを1.2%以上1.7%以下、Siを0.01%以上1.0%以下、Mnを0.10%以上0.9%以下の範囲で含有する鉄鋼材料からなり、組織が網状炭化物と初析バーライトとの混合組織である素材を所定形状に加工し、この被加工物に対して高周波焼き入れおよび焼き戻しを行うことにより、軌道面の表層部の硬さがHRC58以上に、芯部の硬さがHV300以下になっていることを特徴とする転がり軸受。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、回転輪が他部材（軸受構成部材以外の部材）と接触しながら回転する転がり軸受、および軸の外周面を内輪軌道面とする転がり軸受に関する。

【0002】

【従来の技術】回転輪が他部材（軸受構成部材以外の部材）と接触しながら回転する転がり軸受としては、例えば、自動車のクラッチレリーズ軸受や外輪ロール軸受が挙げられる。クラッチレリーズ軸受としては、例えば実公平1-37233号公報に記載されているものがある。図5に示すように、このクラッチレリーズ軸受24

2

は、インプットシャフトSを回転可能に支持する支持軸受25の外輪の伸長部25aに、円筒状スリープ22を介して取り付けられている。このスリープ22の一端部22aは支持軸受25の外輪の伸長部25aに内挿され、スリープ22全体が軸方向に摺動可能となっている。

【0003】スリープ22の他端部22bは、クラッチレリーズ軸受24の外輪から伸びた内向きフランジ24aと係合され、皿ばね23によりクラッチレリーズ軸受24と結合されている。また、このクラッチレリーズ軸受24の内輪に、ダイヤフラムばねDに接触可能な外向きフランジ24bが一体化されている。そして、運転者によるクラッチ切断の動作に伴うフォークFの回転によって、図5に示すように、ダイヤフラムばねDがクラッチレリーズ軸受24の外向きフランジ24bで押しつけられる。その結果、クランクシャフトからの回転駆動力がインプットシャフトSに伝達されない状態となる。

【0004】このクラッチレリーズ軸受には、内輪の外向きフランジのダイヤフラムばねとの接触面が摩耗し易いという問題点がある。従来のクラッチレリーズ軸受では、SUJ2（高炭素クロム軸受鋼；炭素含有率0.95～1.1重量%）からなる素材を所定形状に加工した後、ずぶ焼きによる焼き入れと焼き戻しを行うことにより、内輪および外輪を作製していた。あるいは、SPCCやSPHC等の板状素材からプレス加工により所定形状にした後、ダイヤフラムばね（他部材）Dに接触する面（内輪の外向きフランジ24bの外面）の表層部の炭素含有率が0.7～1.1重量%となるように、浸炭または浸炭窒化処理を施していた。

【0005】外輪ロール軸受とは、外輪をローラのロール面としている軸受であって、例えば、製鉄所で使用される焼結機用バレットローラ、ゼンジミア圧延機用バックアップローラ、チーンコンベア用ローラなどで使用されている。このような外輪ロール軸受では、ワークと直接接触する外輪の外周面は損傷を受けやすいため、従来より、表面硬化処理を施して所定レベル以上の硬さにしてある。

【0006】従来の外輪ロール軸受では、SUJ2からなる素材を所定形状に加工した後、浸炭や浸炭窒化処理を行わずに焼き入れと焼き戻しを行うことにより、内輪および外輪を作製していた。あるいは、SPCCやSPHC等の素材を所定形状に加工した後、表層部の炭素含有率が0.7～1.1重量%となるように、浸炭または浸炭窒化処理を施していた。

【0007】軸の外周面を内輪軌道面とする転がり軸受としては、例えば自動車のタベット用ローラフォア軸受が挙げられる。自動車エンジンのバルブのカムによる開閉をロッカーアームを介して行う場合には、図4に示すように、例えば、ロッカーアーム9のカム山が当たる部分に、ローラフォア軸受としてニードル軸受8を設

けて、摩擦抵抗を減らすことが行われている。

【0008】このロッカーアーム式によるバルブ駆動では、ロッカーアーム9が支点91を中心に上下動することによって、バルブ本体が上下動し、ロッカーアームはバルブ本体から付勢力を受け、外輪82の外周面は常に他部材であるカム10と接触しながら回転する。また、この軸受8は、ロッカーアーム9に固定された軸81の外周面を内輪軌道面としている。この内輪（軸81）は回転しない固定輪であり、その軌道面は上側から荷重を受けるため、この内輪軌道面の荷重を受ける部分に集中的に摩耗が生じ易くなっている。

【0009】従来のローラフォロア軸受では、S U J 2からなる素材を所定形状に加工した後、浸炭や浸炭窒化処理を行わずに、高周波焼き入れと焼き戻しを行うことにより、軸および外輪を作製していた。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、回転輪が他部材と接触しながら回転する転がり軸受において、良好な転動疲労寿命を保持しながら、他部材との接触面の耐摩耗性を改善することを課題とする。本発明は、また、軸の外周面を内輪軌道面とする転がり軸受において、軸外周面の荷重を受ける部分の耐摩耗性を改善することを課題とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、本発明は、回転輪が他部材と接触しながら回転する転がり軸受において、回転輪は、合金成分として、重量%（質量%）で、Cを1.1%以下、Siを0.01%以上1.0%以下、Mnを0.10%以上0.9%以下の範囲で含有する鉄鋼材料からなる素材を所定形状に加工し、この被加工物に対して浸炭または浸炭窒化処理を含む熱処理を行った後に、軌道面の表層部を除去することにより、他部材との接触面の表層部の炭素含有率が1.2%以上1.7%以下に、軌道面の表層部の炭素含有率が0.7%以上1.1%以下になっていることを特徴とする転がり軸受を提供する。この転がり軸受を本発明の第1の転がり軸受と定義する。

【0012】この第1の転がり軸受によれば、他部材との接触面の表層部と軌道面の表層部とで鋼の炭素含有率を変えることにより、良好な転動疲労寿命を保持しながら、他部材との接触面の耐摩耗性が改善される。鋼にC（炭素）が含まれていると、焼入れによりマルテンサイト化が生じて、鋼に硬さが付与される。しかしながら、第1の転がり軸受では、浸炭または浸炭窒化処理で表面硬化を行うため、鉄鋼材料中の炭素含有率は低い方が好ましい。ただし、鋼の炭素含有率が低いと浸炭または浸炭窒化処理時間が長くなってコストを上昇させるため、0.5%以上とすることが好ましい。

【0013】また、使用する鋼の炭素含有率が1.1重量%を超えると、マトリックス中に巨大炭化物が析出し

易くなり、第1の転がり軸受の軌道面が芯部の露出面の場合に、軌道面に巨大炭化物が存在し易くなつて転動疲労寿命が低下する。他部材との接触面の表層部の炭素含有率が1.7%を超えると、浸炭・浸炭窒化にかかる処理コストが高くなるだけで、耐摩耗性の向上効果は飽和する。

【0014】本発明はまた、軸の外周面を内輪軌道面とする転がり軸受において、軸は、合金成分として、重量%（質量%）で、Cを1.1%以下、Siを0.01%

以上1.0%以下、Mnを0.10%以上0.9%以下の範囲で含有する鉄鋼材料からなる素材を所定形状に加工し、この被加工物に対して浸炭または浸炭窒化処理を含む熱処理を行った後に、高周波焼き入れおよび焼き戻しを行うことにより、内輪軌道面となる外周面の表層部の炭素含有率が1.2%以上1.7%以下に、この表層部の硬さがHRC58以上に、芯部の硬さがHV300以下になっていることを特徴とする転がり軸受を提供する。この転がり軸受を本発明の第2の転がり軸受と定義する。

【0015】この第2の転がり軸受によれば、内輪軌道面となる軸の外周面の表層部について、炭素含有率を1.2%以上1.7%以下、硬さをHRC58以上とすることにより、内輪軌道面の耐摩耗性が改善される。前記表層部の硬さはHRC62以上であることが好ましい。なお、前記表層部の炭素含有率が1.7%を超えると、浸炭・浸炭窒化にかかる処理コストが高くなるだけで、耐摩耗性の向上効果は飽和する。

【0016】本発明はまた、軸の外周面を内輪軌道面とする転がり軸受において、軸は、合金成分として、重量%（質量%）で、Cを1.2%以上1.7%以下、Siを0.01%以上1.0%以下、Mnを0.10%以上0.9%以下の範囲で含有する鉄鋼材料からなり、組織が網状炭化物と初析バーライトとの混合組織である素材を所定形状に加工し、この被加工物に対して高周波焼き入れおよび焼き戻しを行うことにより、内輪軌道面となる外周面の表層部の硬さがHRC58以上に、芯部の硬さがHV300以下になっていることを特徴とする転がり軸受を提供する。この転がり軸受を本発明の第3の転がり軸受と定義する。

【0017】この第3の転がり軸受によれば、炭素含有率が1.2%以上1.7%以下で且つ前記組織を有する素材を用いて軸を形成し、内輪軌道面となる軸の外周面の表層部の硬さをHRC58以上とすることにより、内輪軌道面の耐摩耗性が改善される。前記表層部の硬さはHRC62以上であることが好ましい。また、「JIS G0551」による高周波焼き入れ前のオーステナイト粒度が4（断面積1mm²当たりの結晶粒の数が128個、結晶粒の平均断面積が0.00781mm²）以上であると、組織の網状炭化物がより微細化されて内輪軌道面の耐摩耗性がより向上するため好ましい。より好

ましくは、高周波焼き入れ前のオーステナイト粒度を6（断面積1mm²当たりの結晶粒の数が512個、結晶粒の平均断面積が0.00195mm²）以上とする。

【0018】なお、使用する鉄鋼材料の炭素含有率が1.7%を超えると、圧延等の鋼の加工にかかるコストが高くなるだけで、耐摩耗性の向上効果は飽和する。第1の転がり軸受の回転輪に使用する鉄鋼材料と、第2および第3の転がり軸受の軸に使用する鉄鋼材料のSi（珪素）とMn（マンガン）の含有率は同じであり、Siを0.01%以上1.0%以下、Mnを0.10%以上0.9%以下の範囲で含有する。

【0019】珪素は製鋼時に脱酸剤として添加されているため、鋼中に0.01%以上含有している。珪素の含有率が1.0%を超えると、冷間加工性が低下する。プレス加工を行う場合には、珪素の含有率を0.15%以下とする。マンガンは焼き入れ性を向上する作用を有する元素であり、十分な焼き入れ性を得るために0.1%以上含有する必要がある。珪素の含有率が高いと変形抵抗が大きくなるため、0.9%以下とする。

【0020】第1の転がり軸受の回転輪に使用する鉄鋼材料と、第2および第3の転がり軸受の軸に使用する鉄鋼材料には、クロム（Cr）を0.3%以上2.0%以下の範囲で含有することが好ましい。また、モリブデン（Mo）を0.1%以上1.0%以下の範囲で含有することが好ましい。クロムは焼き入れ性と耐摩耗性を向上させる元素であり、その含有率が0.3%未満では、焼き入れ性向上効果が実質的に得られない。クロムを2.0%を超えて含有すると、クロム炭化物が多く生成され、塑性加工性が低下する。

【0021】モリブデンは焼き入れ性向上させる元素であり、その含有率が0.1%未満では、焼き入れ性向上効果が実質的に得られない。モリブデンを1.0%を超えて含有しても、焼き入れ性向上効果は低下する。

【0022】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施形態について説明する。

【第1実施形態】鉄鋼材料からなる素材として、合金成分为下記の表1に示す各組成である素材を用意した。各素材を用いて、図1に示す外輪ロール軸受（複列円筒ころ軸受）2の外輪（回転輪）4を作製した。この軸受2の内径は100mmであり、外径は200mmであり、幅は120mmであり、外輪4の軌道面の直径は150mmである。ころ5の寸法は、直径：10mm×長さ：40mmである。

【0023】No.1-1～No.1-4, 1-8, 1-13では、各素材を所定形状に切削加工した後、被加工物を炉内に入れ、温度：900～920℃、雰囲気ガス：Rxガス+エンリッチガス、保持時間：2.0～3.0時間の条件で浸炭処理を行った後、油冷却による焼入れを行った。次に、温度：160～180℃、保持時間：

2時間の条件で焼き戻しを行った。次に、表面の仕上げ加工を行い、その際に、軌道面の表層部（厚さ0.2mm～0.3mm分）を除去した。

【0024】No.1-6とNo.1-10では、各素材を所定形状に切削加工した後、被加工物を炉内に入れ、温度：820～830℃、雰囲気ガス：Rxガス+エンリッチガス+アンモニアガス（アンモニア濃度3～5体積%）、保持時間：2.0～3.0時間の条件で浸炭窒化処理を行った後、油冷却による焼入れを行った。次に、温度：160～180℃、保持時間：2時間の条件で焼き戻しを行った。次に、表面の仕上げ加工を行い、その際に、軌道面の表層部（厚さ0.2mm～0.3mm分）を除去した。

【0025】No.1-5, 1-7, 1-9, 1-11, 1-12, 1-14では、各素材を所定形状に切削加工した後、被加工物を炉内に入れ、温度：850～900℃、雰囲気ガス：Rxガス、保持時間：0.5～1.0時間の条件でずぶ焼きを行った後、油冷却による焼入れを行った。次に、温度：160～180℃、保持時間：2時間の条件で焼き戻しを行った。次に、表面の仕上げ加工を行った。

【0026】内輪（固定輪）3は、各サンプル毎に外輪と同じ材料を用いて同じ熱処理を行うことにより作製した。ころ（転動体）5は、SUJ2を用い、ずぶ焼き後に焼入れ焼き戻しを行って表面硬さをHRC62～63としたものを用いた。なお、図1の符号6はシールである。作製された各外輪の外周面（他部材との接触面）と、軌道面の表面炭素濃度（表層部の炭素含有率）を測定した。また、図2に示すように、この軸受2の外輪4の外周面に負荷ローラ7を押しつけながら回転させることにより、以下の条件で、転がり疲労寿命を調べる試験を行った。内輪または外輪の軌道面に剥離が生じるまでの総回転数を測定し、この総回転数を転がり疲労寿命とした。

<試験条件>

荷重：20トン

回転速度：500rpm、

温度：40℃

潤滑：潤滑油「VG60」に、異物として、硬さHV540、平均粒径100μmの鉄粉を300ppm混入させて使用

また、図3に示すサバン式摩耗試験用の固定試験片11を、各外輪と同じ素材を用い、同じ熱処理を行うことにより作製した。なお、この試験は外輪の外周面の摩耗特性を調べる試験であるため、固定試験片11の作製時に熱処理後の表層部除去は行っていない。回転試験片12としては、「JIS SKH10」からなり、熱処理として、1250℃で保持後油冷却を行う焼入れと、550℃での焼き戻しを行ったものを使用した。

【0027】これらの固定試験片11と回転試験片12

をサバン式摩耗試験機に取り付け、荷重用の重りとバランス用の重りにより固定試験片11を回転試験片12の外周面に押し付けながら、無潤滑で、回転試験片12を固定試験片11に対して回転させた。固定試験片11の寸法は、 $19\text{ mm} \times 19\text{ mm} \times \text{厚さ } 3\text{ mm}$ であり、リング状の回転試験片12の寸法は、外径4.5mm、厚さ6mm、幅6mmである。

【0028】試験条件は、 1 mm^2 当たりの面圧($P_m a_x$)を9.8N(1.0kgf)、押しつけ荷重を36.0N(3.68kgf)とし、回転試験片12を固定試験片11に対する回転速度を周速度で2.0m/sとし、回転試験片12の回転距離を1000mとした。この回転に伴う固定試験片の摩耗体積を測定し、比摩耗量(単位： $\text{mm}^3/\text{kgf} \cdot \text{mm}$)を算出した。

【0029】これらの試験結果も下記の表1に併せて示す。なお、表1で本発明の第1の転がり軸受の構成から外れるデータには下線を施してある。

【0030】

【表1】

| | 試験の合金成分 | | | | | 熱処理 | 表面C濃度(%) | | 表面硬さ(HRC) | | 比摩耗量($\text{mm}^3/\text{kgf} \cdot \text{mm}$) | 寿命($\times 10^4$ 回) |
|------|---------|-------------|------|------|------|------|-------------|-------------|-----------|------|--|----------------------|
| | C | Si | Mn | Cr | Mo | | 外周面 | 軌道面 | 外周面 | 軌道面 | | |
| 1-1 | 0.05 | 0.05 | 0.55 | 0.15 | | 浸炭 | 1.20 | 0.85 | 63.0 | 61.5 | 1.2 | 6.8 |
| 1-2 | 0.20 | 0.30 | 0.75 | 1.05 | | 浸炭 | 1.30 | 0.90 | 63.5 | 62.5 | 1.1 | 7.0 |
| 1-3 | 0.56 | 1.00 | 0.85 | 0.80 | 0.28 | 浸炭 | 1.30 | 0.70 | 63.5 | 59.5 | 1.0 | 6.5 |
| 1-4 | 0.56 | <u>1.23</u> | 0.85 | 0.80 | 0.28 | 浸炭 | <u>1.15</u> | <u>0.55</u> | 63.0 | 59.5 | 1.4 | 5.5 |
| 1-5 | 0.56 | <u>1.23</u> | 0.85 | 0.80 | 0.28 | すぶ焼き | <u>0.55</u> | <u>0.55</u> | 59.5 | 59.5 | 2.7 | 5.5 |
| 1-6 | 0.78 | 0.05 | 0.55 | 0.40 | | 浸炭強化 | 1.50 | 0.92 | 64.0 | 61.5 | 0.9 | 7.2 |
| 1-7 | 0.78 | 0.05 | 0.55 | 0.40 | | すぶ焼き | <u>0.78</u> | 0.78 | 61.5 | 61.5 | 2.2 | 6.7 |
| 1-8 | 0.90 | 0.28 | 0.40 | 1.30 | | 浸炭 | 1.70 | 0.90 | 64.0 | 63.0 | 0.8 | 7.3 |
| 1-9 | 0.90 | 0.28 | 0.40 | 1.30 | | すぶ焼き | <u>0.90</u> | 0.80 | 62.0 | 62.0 | 2.2 | 7.3 |
| 1-10 | 1.00 | 0.25 | 0.35 | 1.50 | | 浸炭強化 | 1.60 | 1.10 | 64.0 | 63.0 | 0.8 | 7.4 |
| 1-11 | 1.00 | 0.25 | 0.35 | 1.50 | | すぶ焼き | <u>1.00</u> | 1.00 | 63.0 | 63.0 | 2.1 | 7.4 |
| 1-12 | 1.10 | 0.27 | 0.42 | 1.40 | | すぶ焼き | <u>1.10</u> | 1.10 | 63.0 | 63.0 | 1.9 | 6.9 |
| 1-13 | 1.30 | 0.22 | 0.40 | 0.42 | | 浸炭 | 1.70 | <u>1.30</u> | 64.0 | 63.5 | 0.7 | 5.8 |
| 1-14 | 1.50 | 0.23 | 0.38 | 0.40 | | すぶ焼き | 1.50 | <u>1.50</u> | 64.0 | 64.0 | 0.8 | 5.2 |

【0031】この結果から分かるように、本発明の第1の転がり軸受の構成をすべて満たすNo. 1-1～No. 1-3、1-6、1-8、1-10では、転がり疲労寿命は 6.5×10^6 回以上と長く、比摩耗量は $1.2 \times 10^{-8}\text{mm}^3/\text{kgf} \cdot \text{mm}$ 以下と少なかった。これに対して、本発明の第1の転がり軸受の構成の少なくともいずれか一つを満たさないNo. 1-4、1-5、1-7、1-9、1-11～1-14では、転がり疲労寿命が 6.5×10^6 回より短いか、比摩耗量が $1.2 \times 10^{-8}\text{mm}^3/\text{kgf} \cdot \text{mm}$ より多かった。

【0032】すなわち、本発明の第1の転がり軸受によれば、良好な転動疲労寿命を保持しながら、他部材との接触面の耐摩耗性が改善されることが分かる。

【第2実施形態】鉄鋼材料からなる素材として、合金成分が下記の表2に示す各組成である素材を用意した。各素材を用いて、図4に示す自動車のタベット用ローラフオロア軸受(ニードル軸受)8の軸81を作製した。この軸受8は軸81の外周面を内輪軌道面としている。この軸81の直径は8mmであり、一端がロッカーアーム9に固定されている。外輪82は、外径が16mmであり、幅が12mmであり、軌道面の直径が14mmである。外輪82は、外周面が常にカム(他部材)10と接觸した状態で回転する。ニードル(転動体)83の寸法

は、直徑：2mm×長さ：12mmである。

【0033】No. 2-1と2-2では、各素材を所定形状に切削加工した後、被加工物を炉内に入れ、温度：900°C、雰囲気ガス：Rxガス、保持時間：0.5～1.0時間の条件で加熱後空冷した後、2Tコイル、10kHz、表面温度830～840°Cの条件で高周波焼入れを行った。次に、温度：160～180°C、保持時間：2時間の条件で焼き戻しを行った。

【0034】No. 2-3とNo. 2-5では、各素材を所定形状に切削加工した後、被加工物を炉内に入れ、温度：900～920°C、雰囲気ガス：Rxガス+エンリッチガス、保持時間：1.0～1.5時間の条件で浸炭処理を行った後、上記と同じ条件で高周波焼入れを行った。次に、温度：160～180°C、保持時間：2時間の条件で焼き戻しを行った。

【0035】No. 2-4とNo. 2-6では、各素材を所定形状に切削加工した後、被加工物を炉内に入れ、温度：820～830°C、雰囲気ガス：Rxガス+エンリッチガス+アンモニアガス(アンモニア濃度3～5体積%)、保持時間：1.0～1.5時間の条件で浸炭窒化処理を行った後、上記と同じ条件で高周波焼入れを行った。次に、温度：160～180°C、保持時間：2時間の条件で焼き戻しを行った。

【0036】外輪（回転輪）82およびニードル83としては、S U J 2からなる素材を用い、ずぶ焼き後に焼入れ焼き戻しを行って表面硬さをH R C 6 0 ~ 6 2としたものを用意した。これらの外輪82およびニードル83と、上述のようにして作製された各軸81とを用いて、図4に示すローラフォロア軸受（ニードル軸受）8をロッカーアーム9に組み込んで、外輪82の外周面にカム10を押しつけながら回転させる試験を下記の条件で行った。この回転試験後に、各軸81の外周面（内輪軌道面）の最大摩耗量（摩耗深さ）をダイヤルゲージで測定した。

<回転試験条件>

カムの回転速度：4000 rpm

* 外輪の周速：4 m / sec

荷重：39.2 N (4.0 kgf)

潤滑：エンジンオイルの吹き付け

また、作製された各軸の外周面（内輪の軌道面）の表面炭素濃度（表層部の炭素含有率）を測定した。また、各軸の外周面（内輪軌道面）の硬さ（H R C）と芯部の硬さ（H V）を測定した。また、各軸の外周面の高周波焼入れ前のオーステナイト（γ）粒度を測定した。

【0037】これらの試験結果も下記の表2に併せて示す。なお、表2で本発明の第2の転がり軸受の構成から外れるデータには下線を施してある。

【0038】

* 【表2】

| | 素材の合金成分 | | | | | 浸炭 温炭窒化 | γ 結晶 粒度 | 軌道面の 表面C 濃度(%) | 表面部 の硬さ (H R C) | 芯部 の硬さ (H V) | 摩耗量 (μm) |
|-----|---------|------|------|------|------|------------|---------------|----------------------|-----------------------|--------------------|-------------|
| | C | Si | Mn | Cr | Mo | | | | | | |
| 2-1 | 0.95 | 0.25 | 0.35 | 1.45 | | 無 | 7 | 0.95 | 62.0 | 230 | 15 |
| 2-2 | 1.10 | 0.25 | 0.35 | 1.45 | | 無 | 8 | 1.10 | 62.5 | 240 | 12 |
| 2-3 | 0.98 | 0.25 | 1.40 | 0.35 | | 浸炭 | 5 | 1.50 | 63.5 | 225 | 6 |
| 2-4 | 1.01 | 0.58 | 1.05 | 1.02 | | 浸炭窒化 | 6 | 1.60 | 64.0 | 230 | 4 |
| 2-5 | 0.23 | 0.21 | 0.72 | 1.05 | 0.27 | 浸炭 | 4 | 1.45 | 63.0 | 210 | 8 |
| 2-6 | 0.23 | 0.21 | 0.72 | 1.05 | 0.27 | 浸炭窒化 | 6 | 1.45 | 62.5 | 210 | 5 |

【0039】この結果から分かるように、浸炭または浸炭窒化処理により軸の外周面（内輪軌道面）の表面炭素濃度を1.2~1.7重量%としたNo.2-3~2-6の軸受は、No.2-1および2-2の軸受よりも摩耗量が少なかった。すなわち、本発明の第2の転がり軸受に相当するローラフォロア軸受（ニードル軸受）によれば、従来のローラフォロア軸受（ニードル軸受）と比較して、軸外周面の荷重を受ける部分の耐摩耗性が改善されることが分かる。

【第3実施形態】鉄鋼材料からなる素材として、合金成分为下記の表3に示す各組成である素材を用意した。各素材を用いて、第2実施形態と同じ図4に示す自動車のタベット用ローラフォロア軸受（ニードル軸受）8の軸81を作製した。

【0040】いずれのサンプルについても、各素材を所定形状に切削加工した後、被加工物を炉内に入れ、温度：850~900°C、雰囲気ガス：R xガス、保持時間：0.5~1.0時間ですぶ焼きを行った後、2Tコイル、10kHz、表面温度830~840°Cの条件で高周波焼入れを行った。次に、温度：160~180°C、保持時間：2時間の条件で焼き戻しを行った。

【0041】外輪（回転輪）82およびニードル83としては、S U J 2からなる素材を用い、ずぶ焼き後に焼入れ焼き戻しを行って表面硬さをH R C 6 0 ~ 6 2としたものを用意した。これらの外輪82およびニードル83と、上述のようにして作製された各軸81とを用いて、図4に示すローラフォロア軸受（ニードル軸受）8をロッカーアーム9に組み込んで、第2実施形態と同じ方法で回転試験を行い、同じ方法で摩耗量を測定した。また、各軸の外周面（内輪軌道面）の硬さ（H R C）と芯部の硬さ（H V）を測定した。

【0042】また、作製された各軸の外周面（内輪の軌道面）の表面炭素濃度（表層部の炭素含有率）を測定したところ、使用した素材の炭素濃度と同じであった。また、各軸の外周面の高周波焼入れ前の組織を観察した。また、各軸の外周面の高周波焼入れ前のオーステナイト（γ）粒度を測定した。これらの試験結果も下記の表3に併せて示す。なお、表3で本発明の第3の転がり軸受の構成から外れるデータには下線を施してある。

【0043】

【表3】

| | 試験の合金成分 | | | | | ア ラ ブ ル ス ト ラ ク チ ン ジ ン (HRC) | 表面部 の硬さ (HV) | 芯部 の硬さ (HV) | 摩耗量 (μm) |
|-----|---------|------|------|------|------|---|--------------------|-------------------|-------------|
| | C | Si | Mn | Cr | Mo | | | | |
| 3-1 | 0.95 | 0.25 | 0.35 | 1.45 | | 7 | 62.0 | 230 | 15 |
| 3-2 | 1.10 | 0.25 | 0.35 | 1.45 | | 8 | 62.5 | 240 | 12 |
| 3-3 | 1.20 | 0.23 | 0.30 | 0.30 | 0.25 | 7 | 62.5 | 250 | 7 |
| 3-4 | 1.35 | 0.23 | 0.35 | 0.35 | | 8 | 63.0 | 250 | 4 |
| 3-5 | 1.50 | 0.20 | 0.30 | 0.40 | | 7 | 63.5 | 250 | 4 |
| 3-6 | 1.70 | 0.30 | 0.40 | 0.40 | | 7 | 64.0 | 250 | 3 |
| 3-7 | 1.35 | 0.23 | 0.35 | 0.35 | | 6 | 63.0 | 250 | 5 |
| 3-8 | 1.35 | 0.23 | 0.35 | 0.35 | | 4 | 63.0 | 250 | 7 |
| 3-9 | 1.35 | 0.23 | 0.35 | 0.35 | | 3 | 62.5 | 250 | 9 |

【0044】この結果から分かるように、炭素含有率が1.2～1.7重量%である鋼で軸を形成したNo.3-3～3-9の軸受は、炭素含有率が1.2重量%より少ない鋼で軸を形成したNo.3-1および3-2の軸受よりも摩耗量が少なかった。すなわち、本発明の第3の転がり軸受に相当するローラフォロア軸受（ニードル軸受）によれば、従来のローラフォロア軸受（ニードル軸受）と比較して、軸外周面の荷重を受ける部分の耐摩耗性が改善されることが分かる。

【0045】なお、第2および第3の転がり軸受において、外輪および転動体を、軸と同じ素材を用いて同じ熱処理を行って得られたものとすることにより、軸受全体としての耐摩耗性をより高くすることができます。また、第2および第3の転がり軸受において、回転輪である外輪（例えば図4の外輪82）を、第1の転がり軸受の回転輪を満たす構成とすることにより、軸受全体としての耐摩耗性をより高くすることができます。

【0046】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の請求項1に係る転がり軸受によれば、回転輪が他部材と接触しながら回転する転がり軸受において、良好な転動疲労寿命を保持しながら、他部材との接触面の耐摩耗性を改善することができる。本発明の請求項2に係る転がり軸受によれば、軸の外周面を内輪軌道面とする転がり軸受において、軸外周面の荷重を受ける部分の耐摩耗性を改善することができる。

【0047】本発明の請求項3に係る転がり軸受によれば、軸の外周面を内輪軌道面とする転がり軸受において、軸外周面の荷重を受ける部分の耐摩耗性を改善することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1実施形態で作製した外輪ロール軸受を示す概略構成図である。

【図2】第1実施形態で行った転がり疲労寿命を説明するための図である。

20 【図3】サバン式摩耗試験を説明するための図である。

【図4】第2および第3実施形態で作製したローラフォロア軸受を示す部分破断斜視図である。

【図5】クラッチレリーズ軸受の一例を示す断面図である。

【符号の説明】

2 外輪ロール軸受（複列円筒ころ軸受）

4 外輪ロール軸受の外輪（回転輪）

5 ころ

6 シール

30 7 負荷ローラ（他部材）

8 ローラフォロア軸受（ニードル軸受）

8 1 ローラフォロア軸受の軸

8 2 外輪

8 3 ニードル（転動体）

9 ロッカーアーム

9 1 ロッカーアームの支点

10 カム（他部材）

22 円筒状スリーブ

23 皿ばね

40 2 4 クラッチレリーズ軸受

2 4 b 外向きフランジ

2 5 インプットシャフトの支持軸受

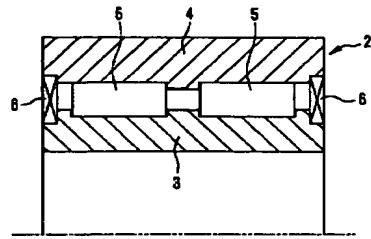
2 5 a 外輪の伸長部

D ダイヤフラムばね（他部材）

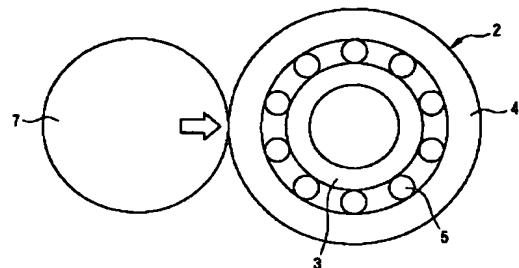
F フォーク

S インプットシャフト

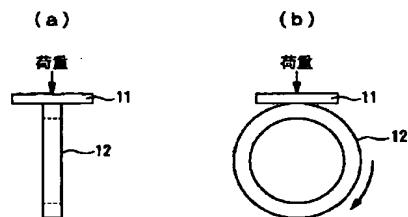
[図1]



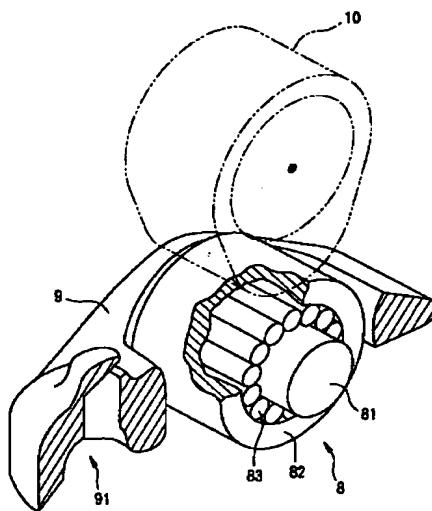
[図2]



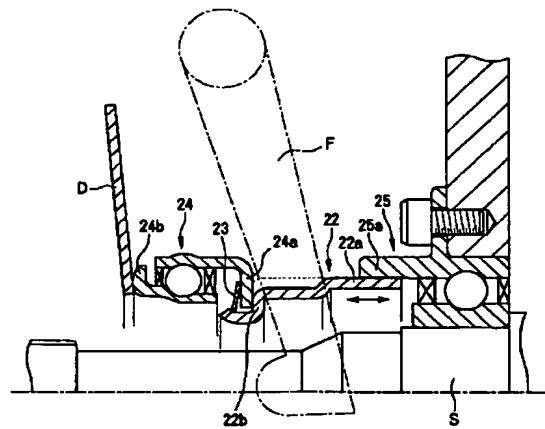
【図3】



[图4]



【図5】



フロントページの続き

| | | | |
|--------------------------|------|--------------|---------|
| (51)Int.Cl. ⁷ | 識別記号 | F I | マーク(参考) |
| F 16 C 33/62 | | F 16 C 33/62 | |
| 33/64 | | 33/64 | |